

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005 年10 月13 日 (13.10.2005)

PCT

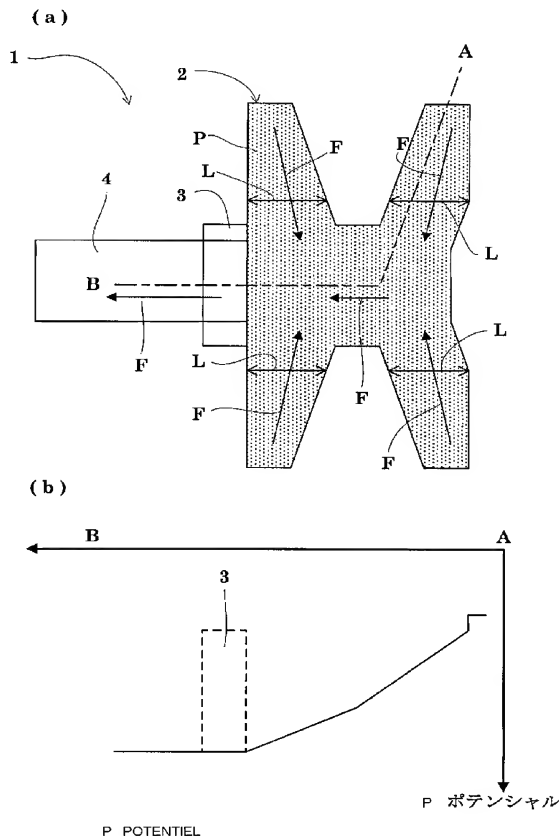
(10) 国際公開番号
WO 2005/096385 A1

- (51) 国際特許分類: H01L 27/148, H04N 5/335 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/005911 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 征矢 秀樹 (SOYA, Hideki) [JP/JP]; 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町 1 番地 株式会社島津製作所内 Kyoto (JP).
(22) 国際出願日: 2005 年3 月29 日 (29.03.2005) (74) 代理人: 杉谷 勉 (SUGITANI, Tsutomu); 〒5300047 大阪府大阪市北区西天満 1 丁目 1 〇番 8 号 西天満第 1 1 松屋ビル Osaka (JP).
(25) 国際出願の言語: 日本語 (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願2004-104836 2004 年3 月31 日 (31.03.2004) JP
特願2004-104837 2004 年3 月31 日 (31.03.2004) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社島津製作所 (SHIMADZU CORPORATION) [JP/JP]; 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町 1 番地 Kyoto (JP).

[続葉有]

(54) Title: IMAGING ELEMENT AND DEVICE FOR IMAGING ELEMENT EMPLOYING IT

(54) 発明の名称: 撮像素子およびそれを用いた撮像素子用装置



(57) Abstract: A CCD solid-state imaging element (CCD) is provided with a potential gradient where the potential related to an electric signal is varied sequentially from a photodiode toward a gate electrode. Specifically, impurities constituting the photodiode is diffused into "X" shape so that the width of impurities is increased sequentially from the photodiode toward the gate electrode. When such a gradient is provided, an electric signal does not stand between the photodiode and the gate electrode but are transferred smoothly along the potential gradient. Consequently, the electric signal can be transferred from the photodiode to the gate at high speed.

(57) 要約: この発明のCCD型固体撮像素子(CCD)において、フォトダイオードからゲート電極に向かって電気信号に関するポテンシャルが逐次に変化するポテンシャル勾配を設ける。具体的には、フォトダイオードを構成する不純物を『X』字状に拡散して、不純物の幅がフォトダイオードからゲート電極に向かって逐次に広がるように構成する。このような勾配を設けることで、フォトダイオードからゲート電極までの間に電気信号が滞ることなく、ポテンシャル勾配に沿って電気信号が円滑に転送される。その結果、フォトダイオードからゲート電極に電気信号を高速に転送することができる。

WO 2005/096385 A1



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明 細 書

撮像素子およびそれを用いた撮像素子用装置

技術分野

- [0001] この発明は、入射された光を電気信号に変換することで光を受光する受光部やその受光部から得られた電気信号を読み出す読み出し部などを備えた撮像素子およびそれを用いた撮像素子用装置に関する。

背景技術

- [0002] この種の撮像素子として、例えばCCD (Charge Coupled Device) 型固体撮像素子がある。かかるCCD型固体撮像素子(以下、『CCD』と略記する)は、入射された光を電気信号に変換することで光を受光する受光部に相当するフォトダイオードと、そのフォトダイオードから得られた電気信号を読み出す読み出し部に相当するゲート電極とを備えて構成されている(例えば、特許文献1参照)。
- [0003] フォトダイオードでは入射された光、すなわち露光された光の量に比例した電気信号が発生する。一般に、CCDを用いたデジタルカメラなどでは、メカニカルシャッタや電子シャッタによりフォトダイオードで露光される光の量や露光時間を調整する。
- 特許文献1: 特開2001-127277号公報(第5-7頁、図1、図2、図5、図6)

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0004] しかしながら、CCDを高速撮像装置に用いた場合には、電気信号を円滑に転送することができないという問題点がある。
- [0005] 具体的な課題としては、下記のような(i)、(ii)の課題がある。
- [0006] (i)の課題について

高速撮像の場合には露光時間が短くなる。したがって、露光量が少なくなると、それに伴ってフォトダイオードで発生する電気信号の量も少なくなってしまう。そこで、強い照明でフォトダイオードに向けて光を入射させる、あるいはフォトダイオードの面積を大きくして、露光量を多くすることが考えられる。しかし、フォトダイオードの面積を大きくして露光量を多くする場合には、フォトダイオードからゲート電極までの距離

が長くなってしまい、フォトダイオードからゲート電極までに転送する時間が長くなってしまふ。その結果、フォトダイオードからゲート電極を介して転送する時間も長くなってしまい、高速に転送することが難しくなる。このように、高速撮像を行うと露光量が少なくなってしまう、その露光量を多くするためにフォトダイオードの面積を大きくすると高速撮像が行えないという問題がある。

[0007] (ii)の課題について

メカニカルシャッタの場合には、入射される光を物理的に遮光して露光時間を調整する。具体的には、遮光板などを動かして遮光を行う。高速撮像の場合には露光時間が短くなるので、メカニカルシャッタによる遮光では間に合わない。遮光板を動かして完全に遮光するのにmsオーダーの時間がかかるので、例えば、露光時間が 1.0×10^{-4} 秒($100 \mu s$)の場合には、実際の露光時間よりも長い時間にわたって完全に遮光されるまで露光されてしまふ。

[0008] 一方、電子シャッタの場合には、電氣的に露光時間を調整することができ、露光時間が $100 \mu s$ のように短くても所望の露光時間に設定することができる。なお、露光時間内に過露光となった場合、すなわち露光時間内にフォトダイオードの蓄積可能信号量を超える電気信号が発生した場合には、フォトダイオードにおける電気信号の余剰分が読み出し部に流れ、いわゆる『ブルーミング(blooming)』と呼ばれる現象が起こる。ブルーミングが起こると、垂直方向(縦方向)に信号がもれて、撮像して得られた画像に縦長のラインが入ってしまう。ブルーミングを防止するためには、上記の特許文献1のようにドレイン構造を設ける。

[0009] 図11は、ドレイン構造を設けたCCD型固体撮像素子の構成を示すブロック図である。なお、図11では、蓄積用CCDセルを設けたCCDである。CCD151は、上述したようにフォトダイオード152とゲート電極153とを備えるとともに、ゲート電極153で読み出された電気信号を蓄積する蓄積用CCDセル154を複数個(図11では4個)備えている。図11(a)または図11(b)に示すような位置に、フォトダイオード152に隣接してドレイン構造Dを設けている。

[0010] かかるドレイン構造Dを設けることで、フォトダイオード152における電気信号の余剰分を排出することができる。また、フォトダイオード152とドレイン構造Dとの間に配

設されたゲート電極(図示省略)に印加するゲート電圧を調整することで、ドレイン構造により排出される電気信号の量も調整することができる。そして、露光時間以外ではフォトダイオード152で発生した電気信号をドレイン構造に全て排出することで、電子シャッタはメカニカルシャッタと同様の機能を実現することができる。

[0011] しかしながら、かかる蓄積用CCDセルを設けたCCDの場合には、次のような問題がある。

[0012] 上述したように、高速撮像の場合には露光時間が短くなるので、露光量が少なくなる。そこで、強い照明でフォトダイオードに向けて光を入射させる、あるいはフォトダイオードの面積を大きくして、露光量を多くする。一方で、高速撮像に対応するために、図11に示すように、蓄積用CCDセル154を設けて、短い露光時間の間に各々の蓄積用CCDセル154に電気信号を逐次に蓄積して、隣接する蓄積用CCDセル154に順に転送する。この場合には、蓄積個数(メモリ)を多く確保するために、1つの蓄積用CCDセル154の面積をできるだけ小さくする必要がある。

[0013] フォトダイオードの面積を大きくして露光量を多くする場合には、フォトダイオードに蓄積できる信号量が蓄積用CCDセルに蓄積できる信号量よりもはるかに多くなる。この信号量の大きな差により上述したドレイン構造だけで蓄積用CCDセルに蓄積できる信号量に調整することが難しくなる。

[0014] この発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、電気信号を高速に転送することができる、特に(i)受光部から読み出し部に電気信号を高速に転送することができる、(ii)蓄積部に蓄積する電気信号の量を簡易に調整して、かつ蓄積部よりも下流側に電気信号を円滑に転送することができる撮像素子およびそれを用いた撮像素子用装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0015] 上記(i)の問題を解決するために創作されたこの発明の撮像素子は、入射された光を電気信号に変換することで光を受光する受光部と、その受光部から得られた電気信号を読み出す読み出し部とを備えた撮像素子であって、受光部から前記読み出し部に向かって電気信号に関するポテンシャルが逐次に変化するポテンシャル勾配を設けることを特徴とするものである。

- [0016] この発明の撮像素子によれば、受光部は、入射された光を電気信号に変換することで光を受光して、読み出し部は、その受光部から得られた電気信号を読み出す。このとき、受光部から読み出し部に向かって電気信号に関するポテンシャルが逐次に変化するポテンシャル勾配を設けることで、受光部から読み出し部までの間に電気信号が滞ることなく、ポテンシャル勾配に沿って電気信号が円滑に転送される。その結果、受光部から読み出し部に電気信号を高速に転送することができる。
- [0017] また、上記(i)の問題を解決するために創作されたこの発明の撮像素子用装置は、入射された光を電気信号に変換することで光を受光する受光部と、その受光部から得られた電気信号を読み出す読み出し部とを備えた撮像素子を用いた撮像素子用装置であって、受光部から前記読み出し部に向かって電気信号に関するポテンシャルが逐次に変化するポテンシャル勾配を設けることを特徴とするものである。
- [0018] この発明の撮像素子用装置によれば、受光部から読み出し部に向かって電気信号に関するポテンシャルが逐次に変化するポテンシャル勾配を設けることで、受光部から読み出し部までの間に電気信号が滞ることなく、ポテンシャル勾配に沿って電気信号が円滑に転送され、受光部から読み出し部に電気信号を高速に転送することができる。
- [0019] 上記(i)の問題を解決するために創作されたこれらの発明において、ポテンシャル勾配の例として以下のようなものがある。例えば、受光部を構成する不純物の幅を、受光部から読み出し部に向かって逐次に広げることでポテンシャル勾配を設けるのが挙げられる。また、受光部を構成する不純物の濃度を、受光部から読み出し部に向かって逐次に高くすることでポテンシャル勾配を設けるのが挙げられる。
- [0020] また、撮像素子用装置において、装置を、撮像素子で得られた電気信号のデータを用いて分析を行う分析装置や、データのみを記憶して記憶したデータを外部装置に転送する転送装置として用いてもよいし、被写体の光学像を取り込み、取り込まれた光学像を受光部が電気信号に変換して被写体を撮像する撮像装置として用いてもよい。撮像装置の場合には、上述した被写体の光学像を取り込む水晶体を備えている。また、撮像装置が、例えば撮影速度が 1.0×10^6 フレーム/秒(1,000,000フレーム/秒)の高速撮像装置のように、電気信号を高速に転送する場合には、この

発明は特に有用である。本明細書中では、撮影速度が100,000フレーム／秒以上を『高速撮影』とする。

[0021] また、発明者は上記(ii)の問題を解決するために鋭意研究した結果、次のような知見を得た。

[0022] すなわち、上述した特許文献1に着目してみた。この公報では、ブルーミング防止のために垂直方向のみならず水平方向にもドレイン構造を設けている。この公報では蓄積用CCDセルなどに代表される蓄積部を有したCCD型固体撮像素子でないが、蓄積部を有した撮像素子に応用することについて考えてみた。つまり、蓄積CCDセルを有する場合には蓄積CCDセルの配列方向に少なくともドレイン構造を設けることで、ゲート電極などに代表される読み出し部で読み出された電気信号の余剰分を排出することに想到した。さらに、下流側よりも、できるかぎり上流側にドレイン構造を設けると、この発明の上記(ii)の問題を解決することができることに想到した。つまり、下流側にドレイン構造をたとえ設けたとしても上流側での電気信号の余剰分が各蓄積用CCDに流れてしまうので、上流側に相当した部分、すなわち読み出し部に隣接した蓄積部あるいは読み出し部に隣接して設け、余剰分の電気信号を上流部分で先に排出する。そして、下流側に流れ込むのを防止し、蓄積する電気信号の量を上流部分で簡易に調整することができるという知見を得た。

[0023] 上記(ii)の問題を解決するために創作された、このような知見に基づくこの発明の撮像素子は、入射された光を電気信号に変換することで光を受光する受光部と、その受光部から得られた電気信号を読み出す読み出し部と、その読み出し部で読み出された電気信号を蓄積する複数の蓄積部とを備えた撮像素子であって、前記読み出し部で読み出された電気信号の余剰分を排出する第1ドレイン構造を、読み出し部に隣接した蓄積部あるいは読み出し部に隣接して設けることを特徴とするものである。

[0024] この発明の撮像素子によれば、受光部は、入射された光を電気信号に変換することで光を受光して、読み出し部は、その受光部から得られた電気信号を読み出す。そして、各々の蓄積部は、その読み出し部で読み出された電気信号をそれぞれ蓄積する。このとき、読み出し部で読み出された電気信号の余剰分を排出する第1ドレイン

構造を、読み出し部に隣接した蓄積部あるいは読み出し部に隣接して設けることで、蓄積部よりも下流側に電気信号を円滑に転送することができる。また、第1ドレイン構造がかかる余剰分を排出するので、蓄積部に蓄積する電気信号の量を簡易に調整することができる。

[0025] また、上記(ii)の問題を解決するために創作されたこの発明の撮像素子用装置は、入射された光を電気信号に変換することで光を受光する受光部と、その受光部から得られた電気信号を読み出す読み出し部と、その読み出し部で読み出された電気信号を蓄積する複数の蓄積部とを備えた撮像素子を用いた撮像素子用装置であって、前記読み出し部で読み出された電気信号の余剰分を排出する第1ドレイン構造を、読み出し部に隣接した蓄積部あるいは読み出し部に隣接して設けることを特徴とするものである。

[0026] この発明の撮像素子用装置によれば、読み出し部で読み出された電気信号の余剰分を排出する第1ドレイン構造を、読み出し部に隣接した蓄積部あるいは読み出し部に隣接して設けることで、蓄積部に蓄積する電気信号の量を簡易に調整して、かつ蓄積部よりも下流側に電気信号を円滑に転送することができる。

[0027] 上記(ii)の問題を解決するために創作されたこれらの発明において、上述した撮像素子は、さらに、受光部における電気信号の余剰分を排出する第2ドレイン構造を受光部に隣接して設けるのが好ましい。かかる第2ドレイン構造をさらに設けることで、受光部における電気信号の余剰分が読み出し部に流れて起こるブルーミングを防止することができる。

[0028] また、上記(i)の問題を解決するために創作されたこの発明と同様に、上記(ii)の問題を解決するために創作されたこの発明において、装置を、撮像素子で得られた電気信号のデータを用いて分析を行う分析装置や、データのみを記憶して記憶したデータを外部装置に転送する転送装置として用いてもよいし、被写体の光学像を取り込み、取り込まれた光学像を受光部が電気信号に変換して被写体を撮像する撮像装置として用いてもよい。撮像装置の場合には、上述した被写体の光学像を取り込む水晶体を備えている。また、撮像装置が、例えば撮影速度が 1.0×10^6 フレーム／秒(1,000,000フレーム／秒)の高速撮像装置のように、電気信号を高速に転送す

る場合には、この発明は特に有用である。

発明の効果

[0029] この発明に係る撮像素子およびそれを用いた撮像素子用装置によれば、受光部から読み出し部に向かって電気信号に関するポテンシャルが逐次に変化するポテンシャル勾配を設けることで、受光部から読み出し部までの間に電気信号が滞ることなく、ポテンシャル勾配に沿って電気信号が円滑に転送され、受光部から読み出し部に電気信号を高速に転送することができる。

[0030] また、この発明に係る撮像素子およびそれを用いた撮像素子用装置によれば、読み出し部で読み出された電気信号の余剰分を排出する第1ドレイン構造を、読み出し部に隣接した蓄積部あるいは読み出し部に隣接して設けることで、蓄積部に蓄積する電気信号の量を簡易に調整して、かつ蓄積部よりも下流側に電気信号を円滑に転送することができる。

図面の簡単な説明

[0031] [図1]実施例1に係るCCD型固体撮像素子(CCD)の構成を示すブロック図である。

[図2](a)は、CCDを構成する各々のフォトダイオードごとの構成を示す平面図であり、(b)は、(a)のA-B断面のポテンシャル形状の模式図である。

[図3]図2との比較のための従来のCCDの説明図であって、(a)は、CCDを構成する各々のフォトダイオードごとの構成を示す平面図であり、(b)は、(a)のA-B断面のポテンシャル形状の模式図である。

[図4]実施例1に係るCCDを用いた高速撮像装置の概略を示すブロック図である。

[図5]実施例2に係るCCDを構成する各々のフォトダイオードごとの構成を示す平面図である。

[図6]実施例3に係るCCD型固体撮像素子(CCD)の構成を示すブロック図である。

[図7]CCDを構成する各々のフォトダイオードごとの構成を示すブロック図である。

[図8]実施例3に係るCCDを用いた高速撮像装置の概略を示すブロック図である。

[図9](i)の問題を解決するために創作された発明に係るフォトゲートごとの構成を示す平面図である。

[図10](ii)の問題を解決するために創作された発明の実施例3に関する変形例に係

るCCDを構成する各々のフォトダイオードごとの構成を示すブロック図である。

[図11](a), (b)は、従来のCCD型固体撮像素子(CCD)の構成を示すブロック図である。

符号の説明

- [0032] 1, 101 … CCD
2, 102 … フォトダイオード
3, 103 … ゲート電極
4 … 蓄積用CCDセル
4₁ … 隣接セル
D₁ … 第1ドレイン構造
D₂ … 第2ドレイン構造
P … ポテンシャル勾配
L … 不純物の幅
F … 電気信号の流れ

発明を実施するための最良の形態

- [0033] 受光部から読み出し部に向かって電気信号に関するポテンシャルが逐次に変化するポテンシャル勾配を設けることで、受光部から読み出し部に電気信号を高速に転送するという目的を実現した。

実施例 1

- [0034] 以下、図面を参照してこの発明の実施例1を説明する。図1は、CCD型固体撮像素子(CCD)の構成を示すブロック図であり、図2(a)は、CCDを構成する各々のフォトダイオードごとの構成を示す平面図であり、図2(b)は、図2(a)のA-B断面のポテンシャル形状の模式図であり、図3は、図2との比較のための従来のCCDの説明図であって、図3(a)は、CCDを構成する各々のフォトダイオードごとの構成を示す平面図であり、図3(b)は、図3(a)のA-B断面のポテンシャル形状の模式図であり、図4は、実施例1に係るCCDを用いた高速撮像装置の概略を示すブロック図である。

- [0035] CCD1は、図1に示すように、入射された光を電気信号に変換することで光を受光するフォトダイオード2と、そのフォトダイオード2から得られた電気信号を読み出すゲ

ート電極3とを備えるとともに、ゲート電極3で読み出された電気信号を蓄積する蓄積用CCDセル4を複数個(図1では4個)備えている。CCD1は、この発明における撮像素子に相当し、フォトダイオード2は、この発明における受光部に相当し、ゲート電極3は、この発明における読み出し部に相当する。

- [0036] 各蓄積用CCDセル4のうち、もっとも下流側の各蓄積用CCDセル4は、垂直転送路5に接続されており、各垂直転送路5は水平転送路6に接続されている。ゲート電極3で読み出された電気信号を各々の蓄積用CCDセル4に逐次に蓄積して、電子シャッタリング動作と同期した電荷転送信号をゲート電圧としてゲート電極3に印加するたびに、隣接する蓄積用CCDセル4に、図1中の矢印に示す方向に順に転送する。水平方向に配列された蓄積用CCDセル4に電気信号として電荷を全て蓄積したら、垂直転送路5に垂直方向に転送して、水平転送路6に水平方向に転送する。
- [0037] このように転送された電気信号をCCD1の外部(高速撮像装置のADコンバータや画像処理演算部)に出力して、各種の処理が行われて画像が出力される。
- [0038] 図2に示すように、フォトダイオード2からゲート電極3に向かって電気信号に関するポテンシャルが逐次に変化するポテンシャル勾配Pを設けている。なお、図2との比較のために図3の従来のCCDを用いて、併せて説明する。また、図2、図3のフォトダイオードの部分は、不純物の拡散領域からなるので、不純物の領域にも相当する。
- [0039] 図3(a)に示すように、従来のCCD51は、矩形状のフォトダイオード52を有している。図3(a)のA-B線は、フォトダイオード52からゲート電極53を含んでおり、A-B断面のポテンシャル形状は、図3(b)に示すようになる。すなわち、フォトダイオード52の周縁部分から中心付近までポテンシャルが高くなった後は、その中心付近からゲート電極53にわたって同じレベルのポテンシャルを保ったままとなる。したがって、図3(a)の電気信号の流れFは中心付近に向かい、フォトダイオード52の中心付近(図3(a)の中心付近Cを参照)で電気信号が滞る。
- [0040] 一方、図2(a)に示すように、実施例1のCCD1は、『X』字状のフォトダイオード2を有している。フォトダイオード2を構成する不純物の幅を、図2(a)に示すように『L』とする。『X』字状のフォトダイオード2は、不純物の幅Lがフォトダイオード2からゲート電極3に向かって逐次に広がって構成されている。図3(a)と同様に、図2(a)のA-B

線は、フォトダイオード2からゲート電極3を含んでおり、A-B断面のポテンシャル形状は、図2(b)に示すようになる。すなわち、図2(b)に示すように、フォトダイオード2の周縁部分から中心付近までポテンシャルが緩やかに高くなった後も、その中心付近からゲート電極にわたってポテンシャルは逐次に変化する。したがって、図2(b)の電気信号の流れFは中心付近に向かった後もゲート電極3に向かい、フォトダイオード2からゲート電極3までの間に電気信号が滞らない。

- [0041] なお、CCDの製造過程において、図2(a)に示すような『X』字状に不純物を拡散(ドーピング)してフォトダイオード2を構成すればよい。このようにフォトダイオード2を構成することで、フォトダイオード2からゲート電極3に向かって電気信号に関するポテンシャルが逐次に変化するポテンシャル勾配Pが形成される。
- [0042] 図1、図2に示すCCD1を、実施例1では図4に示す高速撮像装置10に用いている。なお、実施例1では、撮影速度が 1.0×10^6 フレーム/秒(1,000,000フレーム/秒)の高速撮像装置10を用いている。高速撮像装置10は、被写体の光学像を取り込み、取り込まれた光学像をフォトダイオード2が電気信号に変換して被写体を撮像するように構成されている。すなわち、高速撮像装置は、光学系20とCCD1とADコンバータ30と画像処理演算部40と画像記憶部50とモニタ60と操作部70と制御部80を備えている。高速撮像装置10は、この発明における撮像素子用装置に相当する。
- [0043] 光学系20は、被写体の光学像を取り込むレンズ21や、イメージインテンシファイア等の光増倍機構(図示省略)やメカニカルシャッターリング機構(図示省略)などを備えている。ADコンバータ30は、CCD1から出力された電気信号をデジタル信号に変換する。画像処理演算部40は、ADコンバータ30でデジタル化された電気信号に基づいて被写体の2次元画像を作成するために各種の演算処理を行う。画像記憶部50は、画像処理演算部40で作成された2次元画像を記憶する。モニタ60は、画像記憶部50に記憶された2次元画像を画面に出力する。操作部70は、高速撮像の実行に必要な種々の操作を行う。制御部80は、操作部70により設定された撮影条件などの操作にしたがって装置全体を統括制御する。レンズ21は、この発明における水晶体に相当する。

- [0044] 上述したCCD1およびそれを用いた高速撮像装置10によれば、フォトダイオード2は、入射された光を電気信号に変換することで光を受光して、ゲート電極3は、そのフォトダイオード2から得られた電気信号を読み出す。このとき、フォトダイオード2からゲート電極3に向かって電気信号に関するポテンシャルが逐次に変化するポテンシャル勾配Pを設けることで、フォトダイオード2からゲート電極3までの間に電気信号が滞ることなく、ポテンシャル勾配Pに沿って電気信号が円滑に転送される。その結果、フォトダイオード2からゲート電極3に電気信号を高速に転送することができる。
- [0045] また、実施例1では、フォトダイオード10を構成する不純物の幅Lを、フォトダイオード2からゲート電極3に向かって逐次に広げることでポテンシャル勾配Pを設けている。
- [0046] また、実施例1の高速撮像装置10のように、電気信号を高速に転送する場合には、この発明は特に有用である。

実施例 2

- [0047] 次に、図面を参照してこの発明の実施例2を説明する。図5は、実施例2に係るCCDを構成する各々のフォトダイオードごとの構成を示す平面図である。
- [0048] 実施例2では、CCD1は、従来のCCD51のフォトダイオード52(図3を参照)と同じ形状である矩形状のフォトダイオード2を有している。フォトダイオード2を構成する不純物の濃度が、フォトダイオード2からゲート電極3に向かって逐次に高くなるように拡散(ドーピング)されている。例えば、フォトダイオード2の部分を、図5に示すように領域 a_1 、 a_2 、 a_3 、 a_4 と区画すると、領域 a_1 、 a_2 、 a_3 、 a_4 の順にドーピングされる不純物の濃度が高くなるようにする。このようにフォトダイオード2を構成することで、フォトダイオード2からゲート電極3に向かって電気信号に関するポテンシャルが逐次に変化するポテンシャル勾配Pが形成される。
- [0049] 実施例2によれば、フォトダイオード2を構成する不純物の濃度を、フォトダイオード2からゲート電極3に向かって逐次に高くすることでポテンシャル勾配Pを設けている。
- [0050] このようなフォトダイオード2を、実施例1に係るCCD1(図1を参照)に用いてもよいし、実施例1に係る高速撮像装置(図4を参照)に用いてもよい。

実施例 3

- [0051] 次に、図面を参照してこの発明の実施例3を説明する。図6は、実施例3に係るCCD型固体撮像素子(CCD)の構成を示すブロック図であり、図7は、CCDを構成する各々のフォトダイオードごとの構成を示すブロック図であり、図8は、実施例3に係るCCDを用いた高速撮像装置の概略を示すブロック図である。
- [0052] なお、実施例3のCCDの全体構成は、フォトダイオードとゲート電極に隣接した蓄積用CCDセルとを除けば、実施例1のCCDの全体構成(図1を参照)と同じであるが、実施例1と区別するために、実施例3ではCCDの符号を「101」とするとともに、フォトダイオードの符号を「102」、ゲート電極の符号を「103」、蓄積用CCDセルの符号を「104」、垂直転送路の符号を「105」、水平転送路の符号を「106」とする。
- [0053] また、実施例3に係るCCD101を用いた高速撮像装置は、実施例1の高速撮像装置(図4を参照)と同じであるが、実施例3で符号を変更したのに伴い、実施例3では光学系の符号を「120」とするとともに、レンズの符号を「121」、ADコンバータの符号を「130」、画像処理演算部の符号を「140」、画像記憶部の符号を「150」、モニタの符号を「160」、操作部の符号を「170」、制御部の符号を「180」とする。
- [0054] 実施例3では、CCD101は、実施例1と同様に、フォトダイオード102とゲート電極103と複数の蓄積用CCDセル104と垂直転送路105と水平転送路106とを備えている。CCD101は、この発明における撮像素子に相当し、フォトダイオード102は、この発明における受光部に相当し、蓄積用CCDセル104は、この発明における蓄積部に相当し、ゲート電極103は、この発明における読み出し部に相当する。
- [0055] ゲート電極103で読み出された電気信号の余剰分を排出するために、図7に示すように第1ドレイン構造 D_1 を、ゲート電極103に隣接した蓄積用CCDセル104に垂直方向に隣接して設けている。ゲート電極103に隣接した蓄積用CCDセル104と他の蓄積用CCDセル104とを区別するために、ゲート電極103に隣接した蓄積用CCDセル104を特別に『隣接セル104₁』として以下を説明する。第1ドレイン構造 D_1 は、この発明における第1ドレイン構造に相当する。なお、第1ドレイン構造 D_1 をゲート電極103に隣接して設けてもよい。
- [0056] また、ブルーミングを防止すべくフォトダイオード102における電気信号の余剰分を

排出するために、図7に示すように第2ドレイン構造 D_2 を、フォトダイオード102に隣接して設けている。第2ドレイン構造 D_2 は、この発明における第2ドレイン構造に相当する。

[0057] 図6、図7に示すCCD101を、実施例3では実施例1と同様の高速撮像装置に用いている。なお、実施例3でも、撮影速度が 1.0×10^6 フレーム/秒(1,000,000フレーム/秒)の高速撮像装置110を用いている。高速撮像装置110は、被写体の光学像を取り込み、取り込まれた光学像をフォトダイオード102が電気信号に変換して被写体を撮像するように構成されている。すなわち、高速撮像装置は、光学系120とCCD101とADコンバータ130と画像処理演算部140と画像記憶部150とモニタ160と操作部170と制御部180を備えている。高速撮像装置110は、この発明における撮像素子用装置に相当する。

[0058] 高速撮像装置110に備えられた光学系120などの構成については、実施例1と同様なので、その説明を省略する。

[0059] 上述したCCD101およびそれを用いた高速撮像装置110によれば、フォトダイオード102は、入射された光を電気信号に変換することで光を受光して、ゲート電極103は、そのフォトダイオード102から得られた電気信号を読み出す。そして、各々の蓄積用CCDセル104は、そのゲート電極103で読み出された電気信号をそれぞれ蓄積する。このとき、ゲート電極103で読み出された電気信号の余剰分を排出する第1ドレイン構造 D_1 を、ゲート電極103に隣接した隣接セル104₁、すなわち蓄積用CCDセル104のうちでもっとも上流側にあるセル104₁に隣接して設けることで、蓄積用CCDセル104よりも下流側に電気信号を円滑に転送することができる。また、第1ドレイン構造 D_1 にかかる余剰分を排出するので、蓄積用CCDセル104に蓄積する電気信号の量を簡易に調整することができる。

[0060] また、実施例3では、ブルーミング防止のために、フォトダイオード102における電気信号の余剰分を排出する第2ドレイン構造 D_2 を、図7に示すようにフォトダイオード102に隣接して設けている。かかる第2ドレイン構造 D_2 をさらに設けることで、フォトダイオード102における電気信号の余剰分が読み出し部に流れて起こるブルーミングを防止することができる。

- [0061] また、実施例3の高速撮像装置110のように、電気信号を高速に転送する場合には、この発明は特に有用である。
- [0062] この発明は、上記実施形態に限られることはなく、下記のように変形実施することができる。
- [0063] (1) 上述した各実施例では、高速撮像装置を例に採って説明したが、撮影速度が100,000フレーム／秒未満の通常の撮像装置であってもよい。
- [0064] (2) 上述した各実施例では、CCDなどに代表される撮像素子を用いた撮像素子用装置として高速撮像装置などに代表される撮像装置を例に採って説明したが、撮像素子を用いた装置であれば、特に限定されない。例えば、撮像素子で得られた電気信号のデータを用いて分析を行う分析装置や、データのみを記憶して記憶したデータを外部装置に転送する転送装置として用いてもよい。
- [0065] (3) 上述した各実施例では、受光部としてフォトダイオードを例に採って説明したが、これに限定されない。例えば、フォトゲートを受光部と用いてもよい。
- [0066] 特に、上記(i)の問題を解決するために創作された発明が、フォトゲートに適用する場合には、すなわち実施例1, 2においてフォトゲートを受光部として用いる場合には、フォトゲート電極の形状によってポテンシャル勾配を設ければよい。例えば、図9に示すように、フォトゲート電極3'を『Y』字状にする。そして、フォトゲート電極3'の幅L'を、読み出し方向に向かって逐次に広げることでポテンシャル勾配Pを設けてもよい。電気信号を読み出す際に、フォトゲート電極2'よりもフォトゲート電極3'の印加電圧を大きくして、読み出し方向に向かい易くする。また、フォトゲートの場合でもフォトゲートを構成する不純物の濃度や形状を実施例のようにしてもよい。また、不純物によってポテンシャル勾配を設けるとともに、フォトゲート電極の形状によってもポテンシャル勾配を設けてもよい。
- [0067] (4) 上述した実施例1では、図2に示すように、フォトダイオード2を『X』字状にして、不純物の幅Lをフォトダイオード2からゲート電極3に向かって逐次に広げたが、フォトダイオード2の形状は限定されない。
- [0068] (5) 上述した実施例1と実施例2とを組み合わせてもよい。すなわち、不純物の幅Lをフォトダイオード2からゲート電極3に向かって逐次に広げて、かつ、不純物の濃度

をフォトダイオード2からゲート電極3に向かって逐次に高くしてもよい。

[0069] (6) 上述した実施例3では、第2ドレイン構造をさらに設けたが、ブルーミングが起こらない、あるいはブルーミングを考慮しない場合には、必ずしも第2ドレイン構造を設ける必要はない。

[0070] (7) 上述した実施例3では、図7に示すように、第2ドレイン構造 D_2 を、図7に示すような位置にフォトダイオード102に隣接して設けたが、図10に示すような位置にフォトダイオード102に隣接して設けてもよい。このように、フォトダイオード102に隣接すれば、第2ドレイン構造 D_2 の配設箇所については特に限定されない。

[0071] (8) 上述した実施例1と実施例3、実施例2と実施例3、あるいは実施例1～実施例3の全てを組み合わせてもよい。

産業上の利用可能性

[0072] 以上のように、この発明は、撮影速度が100,000フレーム／秒以上の高速撮影に適している。

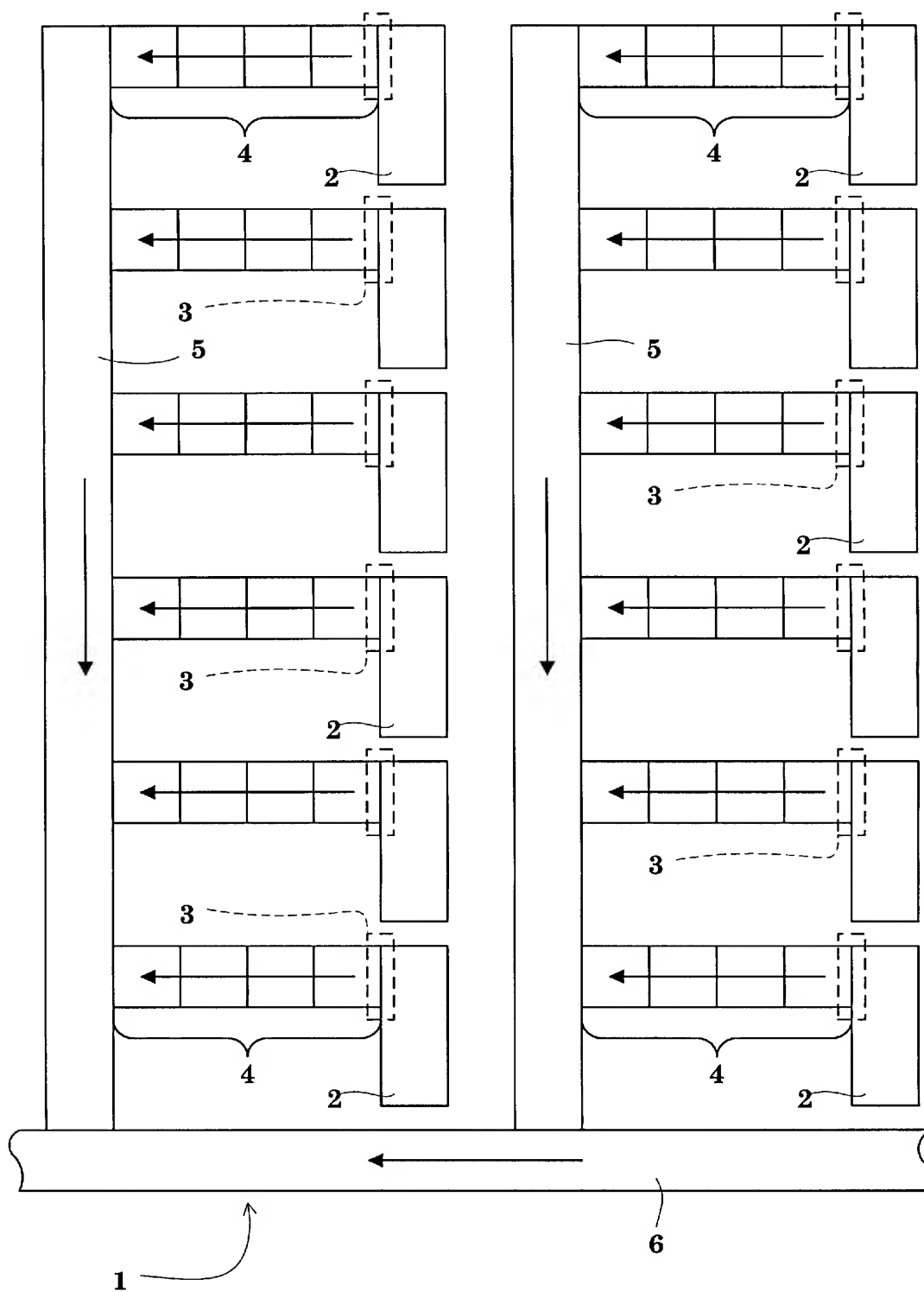
請求の範囲

- [1] 入射された光を電気信号に変換することで光を受光する受光部と、その受光部から得られた電気信号を読み出す読み出し部とを備えた撮像素子であって、受光部から前記読み出し部に向かって電気信号に関するポテンシャルが逐次に変化するポテンシャル勾配を設けることを特徴とする撮像素子。
- [2] 請求項1に記載の撮像素子において、前記受光部を構成する不純物の幅を、受光部から前記読み出し部に向かって逐次に広げることで前記ポテンシャル勾配を設けることを特徴とする撮像素子。
- [3] 請求項1に記載の撮像素子において、前記受光部を構成する不純物の濃度を、受光部から前記読み出し部に向かって逐次に高くすることで前記ポテンシャル勾配を設けることを特徴とする撮像素子。
- [4] 請求項1に記載の撮像素子において、前記受光部はフォトダイオードであることを特徴とする撮像素子。
- [5] 請求項1に記載の撮像素子において、前記受光部はフォトゲートであることを特徴とする撮像素子。
- [6] 入射された光を電気信号に変換することで光を受光する受光部と、その受光部から得られた電気信号を読み出す読み出し部とを備えた撮像素子を用いた撮像素子用装置であって、受光部から前記読み出し部に向かって電気信号に関するポテンシャルが逐次に変化するポテンシャル勾配を設けることを特徴とする撮像素子用装置。
- [7] 請求項6に記載の撮像素子用装置において、前記受光部を構成する不純物の幅を、受光部から前記読み出し部に向かって逐次に広げることで前記ポテンシャル勾配を設けることを特徴とする撮像素子用装置。
- [8] 請求項6に記載の撮像素子用装置において、前記受光部を構成する不純物の濃度を、受光部から前記読み出し部に向かって逐次に高くすることで前記ポテンシャル勾配を設けることを特徴とする撮像素子用装置。
- [9] 請求項6に記載の撮像素子用装置において、前記装置は、被写体の光学像を取り込み、取り込まれた光学像を前記受光部が電気信号に変換して被写体を撮像する撮像装置として用いられ、前記被写体の光学像を取り込む水晶体を備えることを特

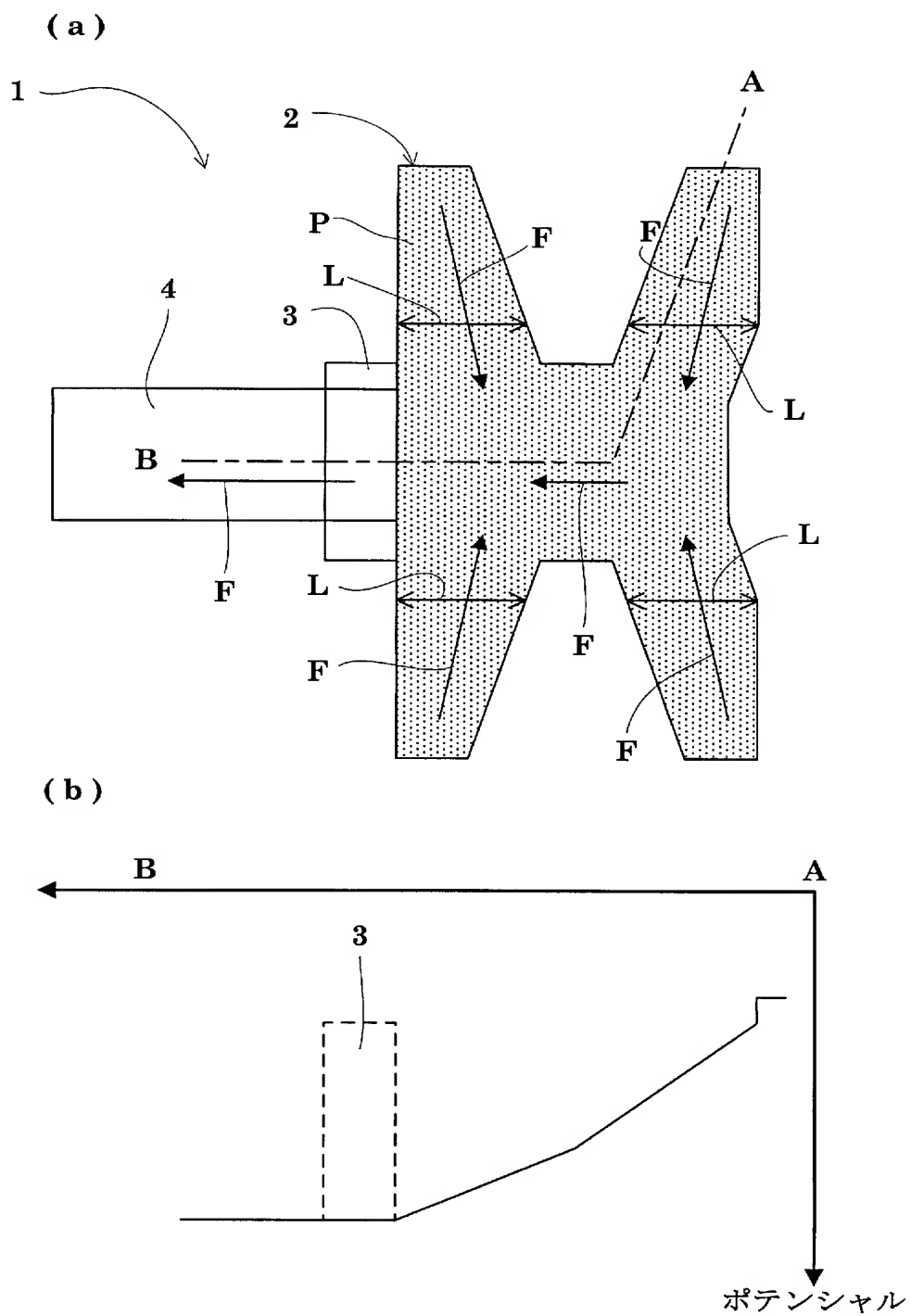
徴とする撮像素子用装置。

- [10] 入射された光を電気信号に変換することで光を受光する受光部と、その受光部から得られた電気信号を読み出す読み出し部と、その読み出し部で読み出された電気信号を蓄積する複数の蓄積部とを備えた撮像素子であって、前記読み出し部で読み出された電気信号の余剰分を排出する第1ドレイン構造を、読み出し部に隣接した蓄積部あるいは読み出し部に隣接して設けることを特徴とする撮像素子。
- [11] 請求項10に記載の撮像素子において、前記素子は、さらに、前記受光部における前記電気信号の余剰分を排出する第2ドレイン構造を受光部に隣接して設けることを特徴とする撮像素子。
- [12] 請求項10に記載の撮像素子において、前記受光部はフォトダイオードであることを特徴とする撮像素子。
- [13] 請求項10に記載の撮像素子において、前記受光部はフォトゲートであることを特徴とする撮像素子。
- [14] 入射された光を電気信号に変換することで光を受光する受光部と、その受光部から得られた電気信号を読み出す読み出し部と、その読み出し部で読み出された電気信号を蓄積する複数の蓄積部とを備えた撮像素子を用いた撮像素子用装置であって、前記読み出し部で読み出された電気信号の余剰分を排出する第1ドレイン構造を、読み出し部に隣接した蓄積部あるいは読み出し部に隣接して設けることを特徴とする撮像素子用装置。
- [15] 請求項14に記載の撮像素子用装置において、前記素子は、さらに、前記受光部における前記電気信号の余剰分を排出する第2ドレイン構造を受光部に隣接して設けることを特徴とする撮像素子用装置。
- [16] 請求項14に記載の撮像素子用装置において、前記装置は、被写体の光学像を取り込み、取り込まれた光学像を前記受光部が電気信号に変換して被写体を撮像する撮像装置として用いられ、前記被写体の光学像を取り込む水晶体を備えることを特徴とする撮像素子用装置。

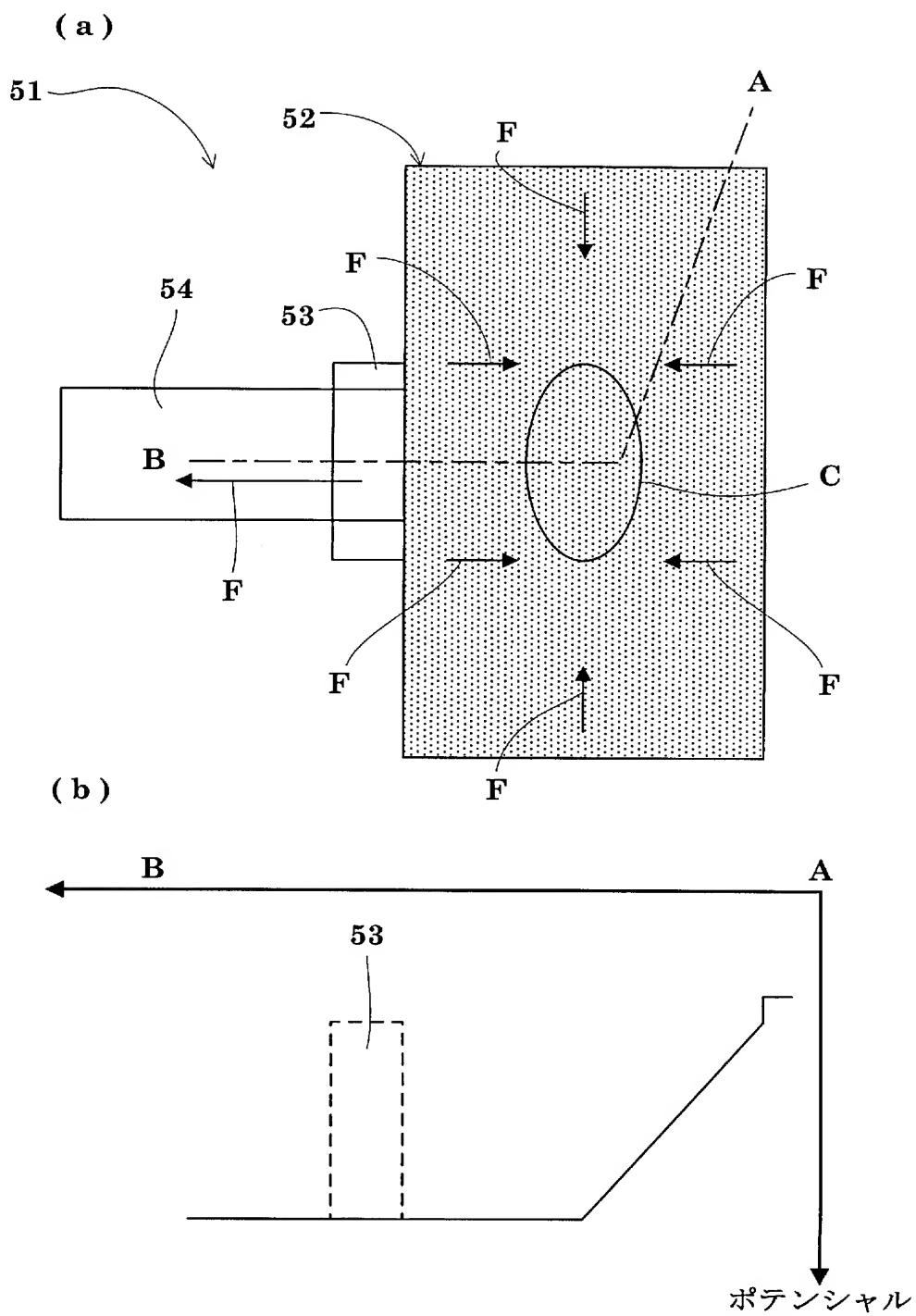
[図1]



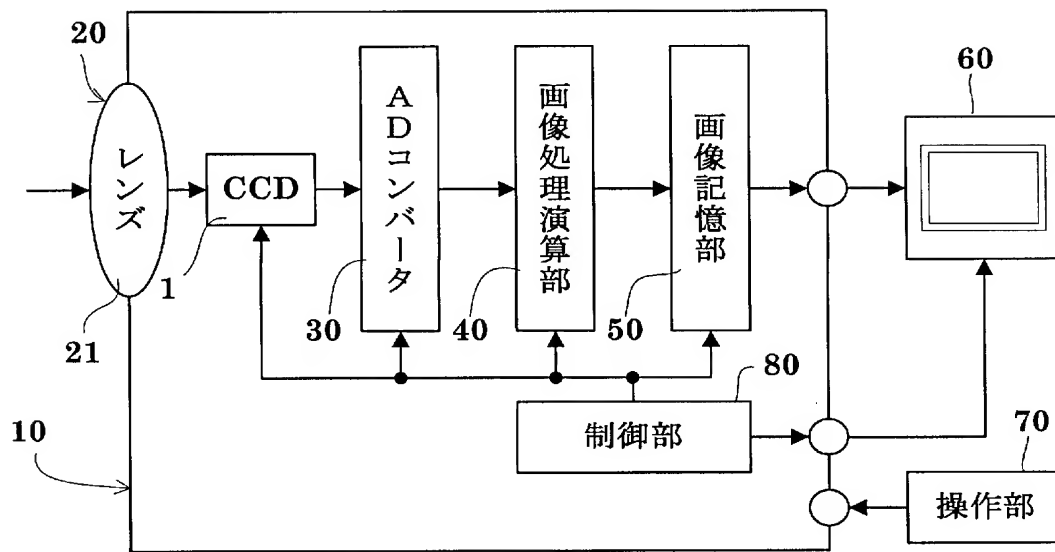
[図2]



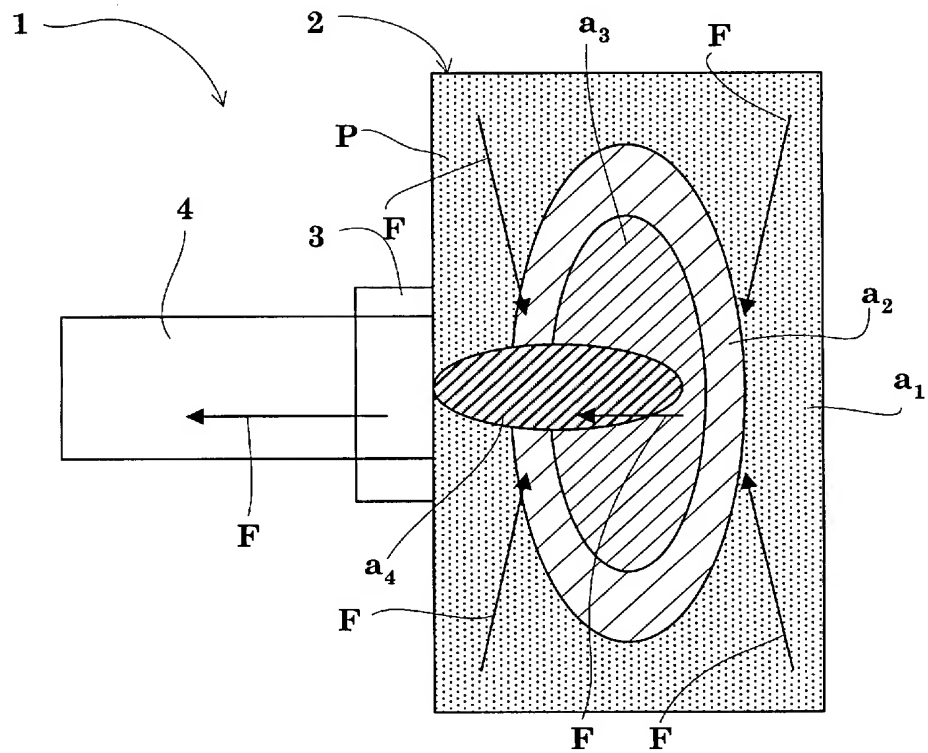
[図3]



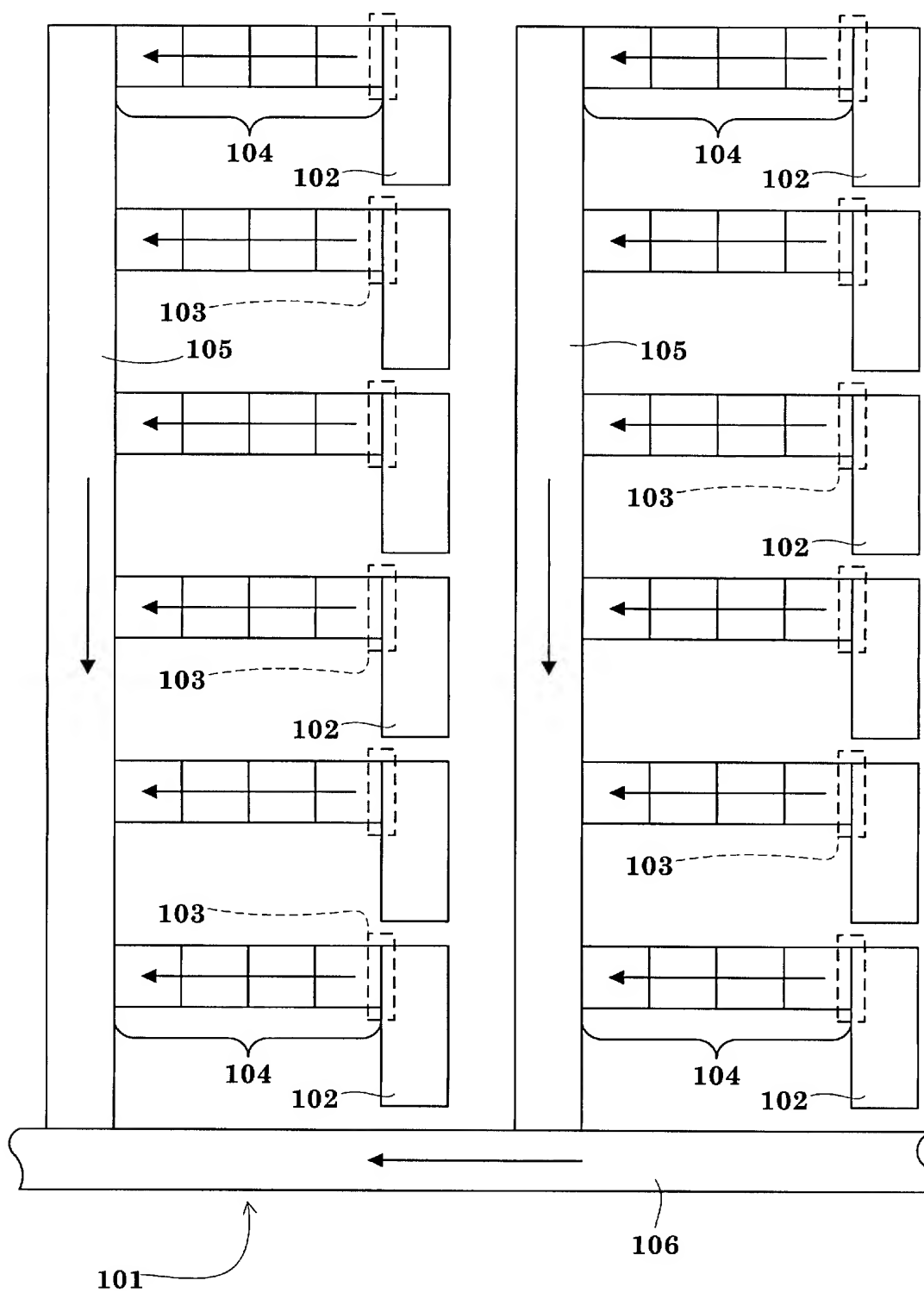
[図4]



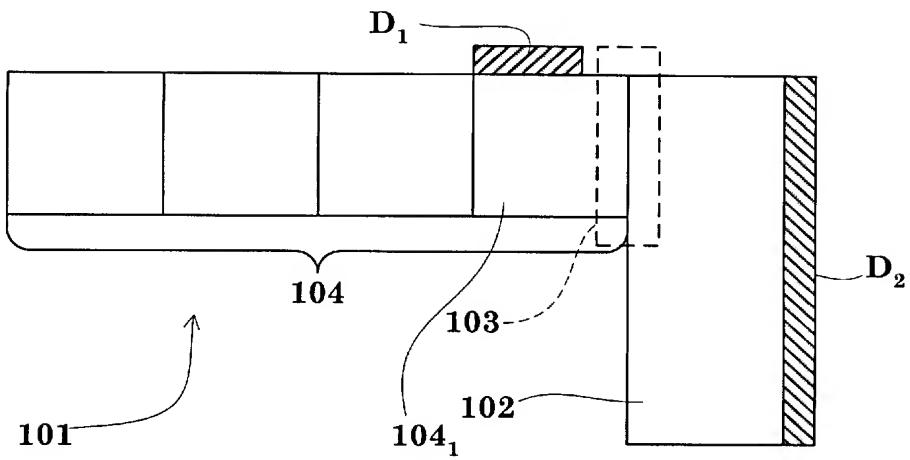
[図5]



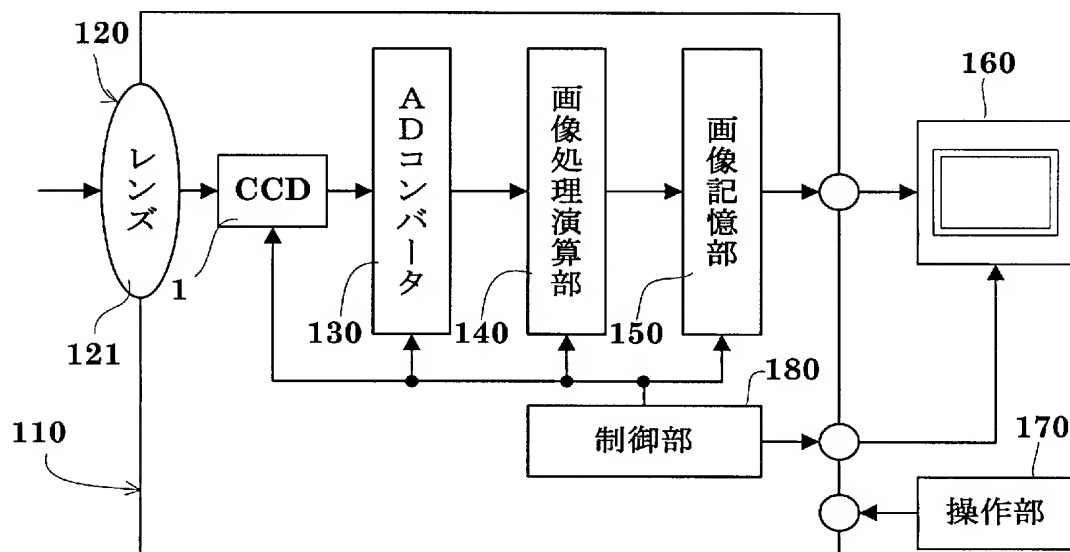
[図6]



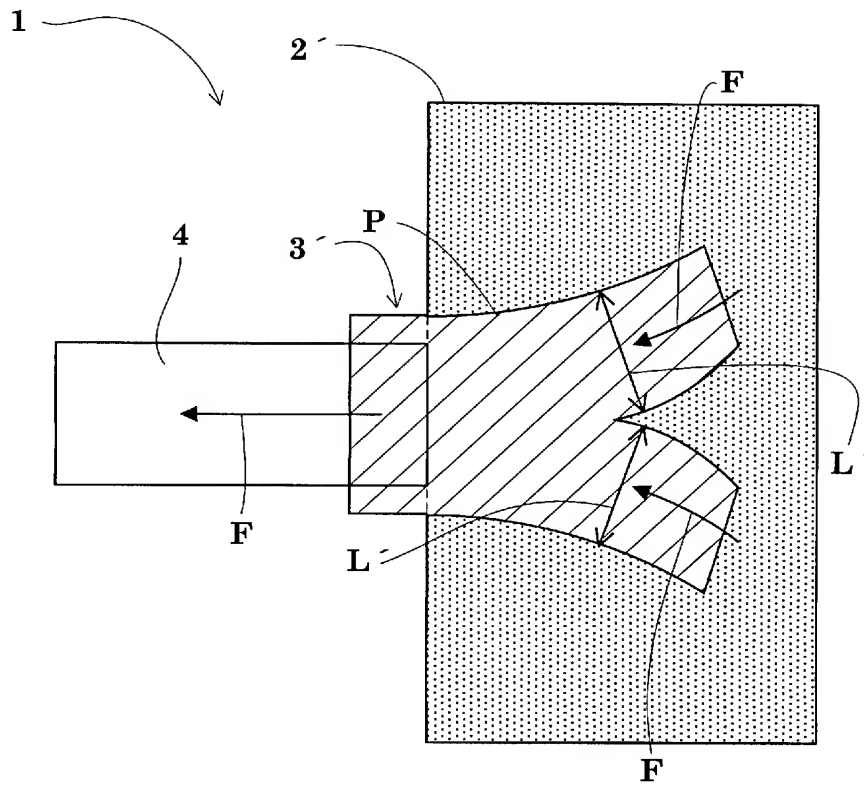
[図7]



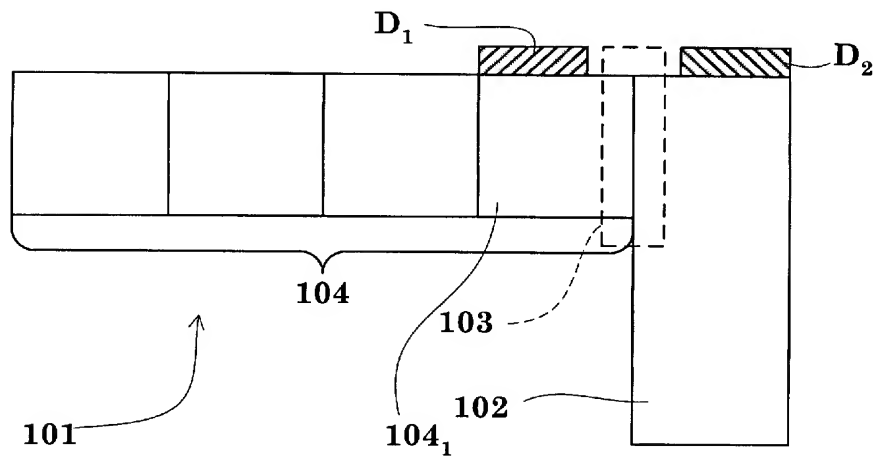
[図8]



[図9]

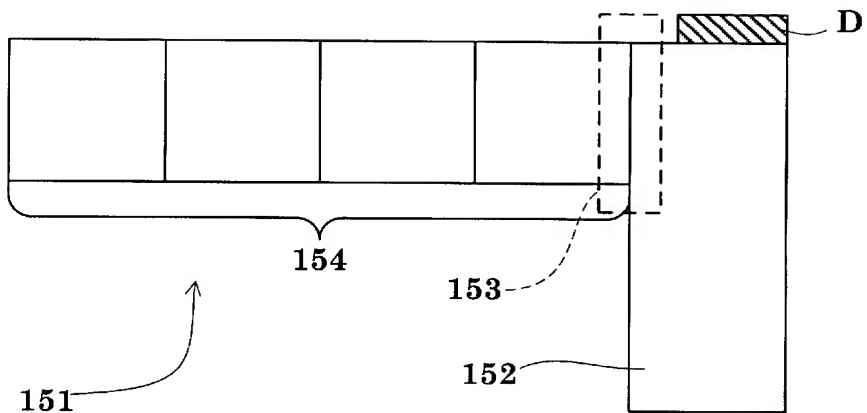


[図10]

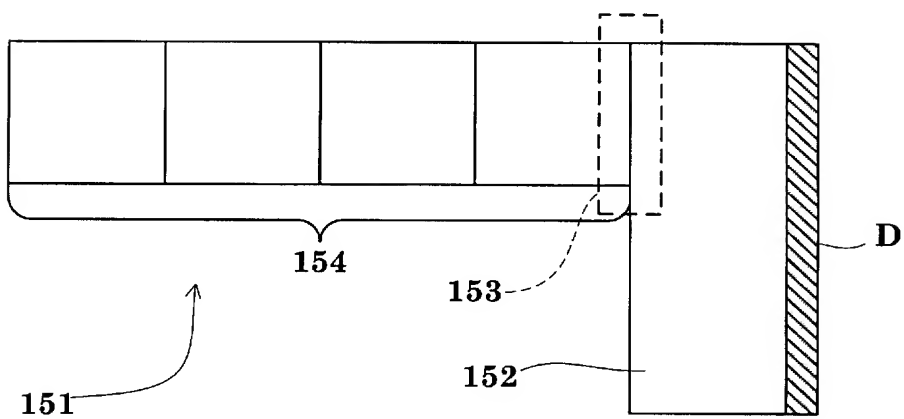


[図11]

(a)



(b)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/005911

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ H01L27/148, H04N5/335

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ H01L27/148, H04N5/335

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2002-217399 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 02 August, 2002 (02.08.02), Full text; all drawings & US 2002/97331 A1	1, 2, 4, 6, 7 9
X Y	JP 2-50480 A (NEC Corp.), 20 February, 1990 (20.02.90), Full text; all drawings (Family: none)	1, 3, 4-6, 8 9
X Y	JP 8-340487 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 24 December, 1996 (24.12.96), Full text; all drawings & US 6248133 B1 & KR 384416 B	1, 3, 4, 8 9



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 April, 2005 (27.04.05)

Date of mailing of the international search report

17 May, 2005 (17.05.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/005911

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-279852 A (Victor Company Of Japan, Ltd.), 02 October, 2003 (02.10.03), Full text; all drawings (Family: none)	9, 16
X Y	JP 2003-243644 A (Toshiba Micro-Electronics Corp.), 29 August, 2003 (29.08.03), Full text; all drawings (Family: none)	10-12, 14-15 13, 16
X Y	JP 60-257565 A (Matsushita Electronics Corp.), 19 December, 1985 (19.12.85), Full text; all drawings (Family: none)	10, 12, 14 11, 13, 15, 16

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ H01L27/148, H04N5/335

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ H01L27/148, H04N5/335

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P 2002-217399 A (富士写真フイルム株式会社) 2002.08.02, 全文, 全図	1, 2, 4, 6, 7
Y	& US 2002/97331 A1	9
X	J P 2-50480 A (日本電気株式会社) 1990.02.20, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1, 3, 4-6, 8
Y		9

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

27.04.2005

国際調査報告の発送日

17.5.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

柴山 将隆

電話番号 03-3581-1101 内線 3498

4 L

3035

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P 8-340487 A (松下電器産業株式会社) 1996. 12. 24, 全文, 全図	1, 3, 4, 8
Y	&US 6248133 B1 &KR 384416 B	9
Y	J P 2003-279852 A (日本ビクター株式会社) 2003. 10. 02, 全文, 全図 (ファミリーなし)	9, 16
X	J P 2003-243644 A (東芝マイクロエレクトロニクス株式会社) 2003. 08. 29,	10-12, 14-15
Y	全文, 全図 (ファミリーなし)	13, 16
X	J P 60-257565 A (松下電子工業株式会社) 1985. 12. 19, 全文, 全図 (ファミリーなし)	10, 12, 14
Y		11, 13, 15, 16